

## 白头翁属的花粉形态研究

席以珍

(中国科学院植物研究所, 北京)

**摘要** 白头翁属 (*Pulsatilla* Mill.) 花粉共有 4 个萌发孔类型: 1. 三沟类型; 2. 散沟类型; 3. 散孔类型; 4. 二型花粉类型。各类型之间的演化趋势是: 三沟→散沟→散孔类型。外壁表面具大、小两型小刺和小穿孔。根据外壁表面小刺的粗细和小穿孔的分布, 可将本属分为两个类群, 即一类为表面呈波浪状, 小刺较粗, 基部具垫状隆起, 小穿孔分布在隆起之间的低凹处; 另一群外壁表面平, 刺较细, 排列稀, 小穿孔均匀分布在花粉的表面上。利用透射电镜观察本属三沟型和散孔型的外壁内部结构是一致的, 即都由薄的内层与厚的外层组成。内层在沟和孔下面均加厚, 在沟间区和孔间区变薄。外层包括覆盖层、柱状层和基层。

**关键词** 白头翁属; 花粉形态

白头翁属为毛茛科一个中等大小的属。全属约 43 种, 主产北温带, 我国现有 10 种, 主要分布于我国北部、东北和西部, 有一种产在西南。

有关毛茛科的花粉形态已有许多研究<sup>[4,10]</sup>, 白头翁属的花粉在早期已有过零星报道<sup>[2,6,7,11]</sup>, 近年 K. -L. Huynh<sup>[5]</sup> 对白头翁属作了比较详细的描述, 但没有照片, 只有简单的类型图。本文作者用光学显微镜和扫描电镜观察了本属 18 种的花粉形态, 并对其代表类型做了超薄切片, 用高倍透射电镜观察其内部结构, 这里报道其研究结果。

## 材 料 和 方 法

本文研究的大部材料采自我所标本室所藏的腊叶标本, 少数材料采自新疆生物土壤沙漠研究所标本室。光学显微镜观察的制片方法采用醋酸酐分解法制片。超薄切片用的材料经过一系列的处理, 然后包埋在 Epon 812 包埋剂中。用扫描电镜观察的样品全部未经处理, 从雄蕊中取出花粉直接撒在透明的双面胶纸上, 然后镀一层金属膜, 再进行观察和照相。

## 观 察 结 果

本属花粉粒一般为长球形、扁球形、球形或近球形。赤道面观为椭圆形或近圆形, 极面观为三裂圆形。大小为  $(27.8-53.9) \times (27.8-41.7)$  微米。具三沟, 个别种具三沟和二沟的二型萌发孔类型, 少数种类具散孔。在三沟类型中, 常伴有不同比例的散沟花粉。外壁一般较厚, 厚度为 1.8—2.5 微米, 层次清楚, 内层厚于外层, 或厚度相等, 有时外层比内层厚, 有的种在两极外壁加厚。但用 *P. chinensis* 和 *P. campanella* 的超薄切片在透射电镜下观察表明, 本属花粉外壁具备被子植物花粉典型的外壁层次, 即外壁内层和外壁外

层。外壁内层为一层均匀的质密的无结构的层次。外壁外层由三层组成: 覆盖层, 柱状层和基层(详见种的描述)。

1. 紫蕊白头翁 *Pulsatilla kostyczewii* (Korsh.) Juz. (图版 1: 4, 7; 图版 4: 1, 6, 7, 11)

花粉粒长球形, 有时近球形, 极面观为三裂圆形和二裂圆形。大小为  $(17.4-27.8) 26.1 \times 24.3$  ( $17.4-27.8$ ) 微米。具三沟和二沟两个类型, 在光学显微镜下沟很不明显, 特征较模糊, 经扫描电镜观察, 发现沟很细窄, 膜不平, 边不整齐, 经常有龟裂状的小裂缝。本种花粉多数为三沟(大约占 60%), 二沟较少(约占 40%)。从观察判断具二沟的萌发孔类型是本种花粉固有的特征, 并非变异。外壁较薄, 约为 1.8 微米, 层次清楚, 内层比外层厚。表面具很细的小刺状纹饰, 小刺分布极不均匀, 表面具不明显的小穿孔。

凭证标本采自新疆, 综合考察队 73-127, 花粉编号 11790。

2. 蒙古白头翁 *P. ambigua* Turcz. ex Pritz. (图版 1: 1, 8; 图版 4: 8-10)

花粉粒球形或扁球形, 极面观为三裂圆形。大小为  $(27.8-33.0) 29.5 \times 31.3$  ( $29.5-34.8$ ) 微米。具三沟, 沟不明显, 长而宽, 边不整齐, 末端圆, 有时尖, 具沟膜, 膜上有小刺。外壁厚度约为 2.5 微米, 外层比内层薄, 表面具大小不一的刺状纹饰, 刺分布密而不均匀, 刺之间有许多小穿孔, 形状和大小较一致, 但分布没有一定的规律性。

凭证标本采自内蒙古, 采集人不详 283, 花粉编号 12411。

3. 朝鲜白头翁 *P. cernua* (Thunb.) Bercht. et Opiz. (图版 1: 2, 12; 图版 4: 16-18)

花粉粒扁球形或近球形, 极面观为三裂圆形。大小为  $(27.8-34.8) 31.3 \times 33.1$  ( $29.5-34.8$ ) 微米。具三沟, 沟不明显, 边不平, 末端尖或圆, 沟膜上具小刺。外壁厚度约为 2 微米, 两层, 外层厚于内层。表面为不明显的波浪状, 小刺基部略升高, 但很不明显。

凭证标本采自辽宁凤凰山, 朱有昌 174, 花粉编号 12408。

4. 白头翁 *P. chinensis* (Bunge) Regel (图版 1: 6, 9; 图版 4: 29, 30)

花粉粒长球形或近球形, 极面观为三裂圆形。大小为  $(40.0-48.7) 45.5 \times 38.4$  ( $33.1-40$ ) 微米。三沟宽而长, 几达两极, 有时在极区汇合, 边不平, 末端圆, 沟膜上具末端较钝的小刺, 沟常有变异, 有时有具四沟和六散沟的花粉出现。外壁厚度约为 2.5 微米, 层次清楚, 两层几乎等厚。表面具小刺, 小刺大小不一, 有时 2-3 粒小刺排列成堆或成行。

本种花粉外壁的超薄切片经过染色以后, 在透射电镜下明显反应出两种颜色。外壁分两层, 外壁里面颜色较浅的一层为外壁内层, 外面颜色较深的为外壁外层。外壁内层较薄, 在沟下面明显加厚, 在沟间区较薄。外壁外层包括三层: 靠近内层的为底层, 依次向外为柱状层和覆盖层。基层厚度不均匀, 呈块状; 柱状层内的小柱稀而长, 分布很不均匀, 具支持柱和连接柱两种类型, 后者多于前者, 二者大小几相等; 覆盖层和底层厚度等厚, 覆盖层表面具小刺和许多小穿孔。

凭证标本采自河北, 采集人不详 00058, 花粉编号 8360。

5. 兴安白头翁 *P. dahurica* (Fisch.) Spreng. (图版 1: 5, 11; 图版 4: 2-5)

花粉粒球形, 有时长, 有时扁, 极面观为三裂圆形。大小为  $31.3(27.8-33.1)$  微米。具三沟, 沟较短而宽, 末端圆, 边不整齐, 膜不平, 其上具小刺。沟常有变异类型出现, 有时为规则的六散沟。外壁厚度为 1.8-2 微米, 两层, 内层厚于外层, 表面不平, 呈沙丘状或波

浪状升高。小刺基部隆起不明显。小穿孔明显,圆形,分布在小刺之间的低凹处,小刺基部有一小块无穿孔区。

凭证标本采自黑龙江,采集人不详 290,花粉编号 12409。

6. 掌叶白头翁 *P. patens* var. *multifida* (Pritz.) S. H. Li et Y. H. Huang (图版 4: 31, 32)

花粉粒长球形,极面观为三裂圆形。大小为  $(46.9-53.9)48.7 \times 38.3(33.1-41.7)$  微米。三沟长,宽度一致,末端尖,具沟膜,膜上具小刺。外壁厚度为 2.5 微米,层次清楚,内层比外层稍厚,在两极外壁加厚。表面具小刺状纹饰。

凭证标本采自新疆,采集人不详 10221,花粉编号 8361。

7. 细叶白头翁 *P. turczaninowii* Kryl. et Serg. (图版 1: 3, 10; 图版 4: 12-15)

花粉粒近球形,少数为长球形,极面观为三裂圆形。大小为  $(28.3-38.3)34.8 \times 34.8(27.8-38.3)$  微米。具三沟,沟明显,沟膜上具小瘤,小瘤比外壁表面的纹饰粗,沟长而宽,边整齐,末端较圆。本种沟有变异,有时观察到具六散沟的花粉粒。外壁厚度约为 2.5 微米,内层厚于外层。表面具较粗的小刺,基部具垫状隆起。小穿孔分布很有规律性,均在垫状隆起周围,使小刺基部呈现出明显的无穿孔区,而且这些无穿孔区的大小基本上是相等的,小穿孔为圆形,个别的形状不规则,大小相等。

凭证标本采自满州里, J. Sato 3083,花粉编号 12407。

8. 淡黄白头翁 *P. flavescens* (Zacc.) Jub. (图版 2: 7, 9)

花粉粒球形。大小为  $41.8(38.3-45.4)$  微米。正常花粉具三沟,但大部分萌发孔都有变异,多数变成六散沟,这种变异的萌发孔与正常的六散沟型没有区别。还有不少花粉为不规则的散沟型,也就是既具三沟特点,又具散沟特点,属于三沟演化到散沟的过渡特征。还有少量的花粉有发展成散孔的特征。沟膜上的刺粗而密。外壁厚度约为 2.5 微米,两层,内层厚于外层。表面具细而稀的小刺,刺基部不具隆起。小穿孔圆形,均匀地分布在花粉的表面上。

凭证标本采自苏联,采集人不详无号,花粉编号 12566。

9. 大白头翁 *P. grandis* Wender (图版 2: 1; 图版 3: 7)

花粉粒近球形,极面观为三裂圆形。大小为  $(34.8-46.9)41.7 \times 40.0(34.8-41.7)$  微米。具三沟,沟长而宽,几达两极,沟两端圆,具沟膜,膜的两边外壁变薄并下陷,使沟膜呈带状,明显突出于轮廓,膜上具小刺。外壁厚度约 2.5 微米,两层厚度相等,表面的小刺细而稀,分布比较均匀,基部不具垫状隆起。小穿孔细而不明显,均匀分布在表面上,刺基部没有一块无穴区。

凭证标本采自匈牙利,采集人不详无号,花粉编号 12562。

10. 宽叶白头翁 *P. latifolia* Rupr. (图版 2: 4, 12)

花粉粒一般为长球形或近球形,极面观为三裂圆形。大小为  $(34.8-43.5)40.0 \times 34.8(26.1-36.5)$  微米。具三沟,沟变异较多,多数变为六散沟或排列不整齐。典型的三沟常较长,细窄,但有时也较宽。外壁厚度约为 2.5 微米,两层,外层厚于内层,表面具稀的小刺,刺较粗短,排列不匀,但大小比较一致,刺的基部和刺之间具许多小穿孔,小穿孔圆形或不规则。

凭证标本采自苏联乌克兰,采集人不详无号,花粉编号 12559。

11. 山地白头翁 *P. montana* (Hoppe) Rechb. (图版 2: 3, 11)

花粉球形,少数近长球形,极面观为三裂圆形。大小为  $36.5 (34.8-38.3)$  微米。具三沟,沟膜上具小刺。外壁厚度约为 2 微米,内外层厚度几乎相等或内层稍厚于外层。表面的小刺细而尖,分布比较均匀,有时两颗刺靠在一起,基部不隆起。小穿孔圆形或稍长,均匀分布在花粉表面上。

凭证标本采自匈牙利,采集人不详 2552,花粉编号 12564。

12. 黑白头翁 *P. nigricans* Storck (图版 2: 8; 图版 3: 1)

花粉粒近扁球形,极面观为三裂圆形。大小为  $(26.1-29.6)27.8 \times 29.6 (26.1-31.3)$  微米。具三沟,沟宽,末端圆,沟膜明显,具小刺,较粗。外壁厚度约为 2 微米,两层厚度相等,表面的刺较细长。小穿孔细而不明显,均匀分布在花粉表面上。

凭证标本采自匈牙利,采集人不详 2551,花粉编号 12563。

13. 肾叶白头翁 *P. patens* (L.) Mill. (图版 2: 2; 图版 3: 4)

花粉粒长球形,极面观为三裂圆形。大小约为  $32.2 \times 23.3$  微米。具三沟,但经常出现变异类型,一般都变为六散沟。外壁表面具小刺状纹饰,小刺细,粗细不一。小穿孔圆形或椭圆形,大小不一致,均匀分布在花粉的表面上。

凭证标本采自瑞典,采集人不详 26034,花粉编号 12561。

14. 春白头翁 *P. vernalis* (L.) Mill. (图版 2: 5)

花粉粒为长球形或近球形,极面观为三裂圆形。大小为  $(32.2-34.8)33.1 \times 29.5 (26.1-33.1)$  微米。具三沟,沟较长,末端尖,常变异,有时在一极延伸形成合沟,具沟膜,膜上具比外壁表面略粗的小刺。外壁厚度约为 1.8 微米,内外层厚度相等。表面的小刺分布密而不匀,小穿孔均匀分布在花粉表面上。

凭证标本采自匈牙利,采集人不详 2085,花粉编号 12560。

15. 欧洲白头翁 *P. vulgaris* Beck. (图版 2: 6, 10)

花粉粒近长球形,极面观为三裂圆形。大小为  $(27.8-31.3)29.6 \times 26.1 (24.3-29.6)$  微米。具三沟,沟长,中部宽,两端变窄,末端稍圆。外壁厚度约为 2 微米,表面稍不平,呈微波浪状,小刺分布很不均匀,小穿孔圆形,多而密。

凭证标本采自保加利亚。采集人不详无采集号,花粉编号 12565。

16. 钟萼白头翁 *P. campanella* Fisch. (图版 3: 5, 6; 图版 4: 21-23; 图版 5: 5, 6)

花粉粒球形。大小为  $33.1 (29.6-34.8)$  微米。具 8—12 个散孔,具孔膜,膜有小刺,比表面的小刺粗,刺基部膨大呈球状,末端尖而短。外壁厚度约为 1.8 微米,层次不明显。表面具小刺,分布较稀不均匀,基部具垫状隆起。小穿孔分布在刺之间的低凹处,形状一般为圆形或椭圆形,大小不一致,分布均匀。

本种超薄切片特征与 *P. chinensis* 种大致相同,在孔间区的内层很薄,在孔下面内层仍显出略为加厚。柱状层内小柱的高度不等,故外壁厚度常常厚薄不均匀。

凭证标本采自新疆,周太炎 650808,花粉编号 12405。

17. 西南白头翁 *P. millefolium* (Hemsl. et Wils) Ulbr. (图版 3: 2, 3; 图版 4: 19, 20)

花粉粒球形。大小为  $31.3 (27.8-34.8)$  微米。具散孔、孔圆形,不明显,在孔处外壁

变薄,但下陷很不明显,加上孔膜盖住,故边缘较模糊,孔膜上具较粗的小刺。外壁厚度约为 1.8 微米,两层,内层比外层厚或层次不清楚。表面具大小两种小刺,基部稍隆起;小穿孔圆形,多而明显,刺基部的无穿孔区较小。

凭证标本采自四川,应俊生, 3891。花粉编号 12406。

18. 黄花白头翁 *P. sukaczewii* Juz. (图版 3: 8, 9; 图版 4: 24—28)

花粉粒球形。大小为 33.0(29.5—36.5) 微米。具散孔,孔形状经常不规则,少数为圆形,界限清楚,多数为螺旋状萌发孔,有时在同一个花粉粒上看到半个花粉具散孔,半个花粉为螺旋状萌发孔(如图版 4, 图 24, 25 为同一粒花粉的两个部位,图 24 表示螺旋状萌发孔,图 25 为散孔),还可观察到在长形萌发孔的某一个部位变细断开的过程,把一个沟状萌发孔分成两个孔。具孔膜,膜上有数量不等的小刺。外壁厚度约为 1.8 微米,层次不明显,表面具较密的小刺状纹饰,小刺分布不均匀,基部隆起不明显,小穿孔圆形,数量稀少,分布不均匀。

凭证标本采自内蒙古,采集人不详,无号花粉编号 12410。

## 讨论与结论

### (一) 白头翁属花粉的萌发孔类型

根据我们的观察以及汇集有关文献报道,按其萌发孔不同,本属可分为下列几个类型。

1. 二型花粉类型。本类型花粉具三沟和二沟两种类型,只有紫蕊白头翁才具这种特征。这种花粉在 K.-L. Huynh (1970)<sup>[5]</sup> 的文章中也曾提到,但他是放在三沟类型中,而未提到二沟类型。根据我们观察,本种具二沟的花粉是固定的特征,并非像三沟中出现的那种变异的散沟型。

2. 三沟类型:这是白头翁属的主体,在我们观察的 18 种中有 14 种花粉具三沟,它们是 *P. cernua*, *P. chinensis*, *P. dahurica*, *P. ambigua*, *P. grandis*, *P. flavescens*, *P. montana*, *P. patens*, *P. patens* var. *multifida*, *P. nigricans*, *P. turczaninowii*, *P. vernalis*, *P. vurlgaris* 和 *P. latifolia* 等 14 种。

3. 散沟类型:本类型的植物不分布于我国,主要产在欧洲。但根据文献报道,本属具散沟的种类有 *P. nipponica*<sup>[6]</sup>, *P. tarao*, *P. alpina*, *P. alba* 和 *P. aurea*<sup>[5,7]</sup>。

4. 散孔类型:本文观察的材料中有三种花粉具散孔类型,即为 *P. campanella*, *P. millefolium* 和 *P. sukaczewii* 等。根据孔的来源不同,该类型又可分为两个亚类型:

(1) 由散沟演化来的散孔类型:包括 *P. campanella* 和 *P. millefolium* 2 种。

(2) 由螺旋状萌发孔演化来的散孔类型:这个类型只有 *P. sukaczewii* 一种。

### (二) 各类型之间的关系:

三沟类型是本属的主要类型,也是原始类型。由此产生若干派生类型。特别是在三沟类型中常常观察到变异的萌发孔,即散沟类型。在我们观察的 14 种三沟花粉中,有六种都有不同程度的变异。如具三沟的 *P. chinensis* 常出现六散沟型花粉。*P. vernalis* 有时三条沟在一极延长达极区,形成合沟,而另一极不伸长。*P. flavescens* 中的变异类型,大大超过了正常的三沟花粉,绝大多数为不太规则的散沟花粉。*P. dahurica* 有少数具散沟的

花粉。*P. latifolia* 也有具散沟的。*P. turczaninowii* 等都有不同程度的变异。Wodchouse (1936) 在毛茛科的花粉形态一文中, 也提到上述类似情况, 即在 *P. alpina* 的三沟花粉中出现 6—12 条散沟类型。Kumazawa (1936) 在毛茛科、木通科和小檗科花粉一文中观察到, 在具三沟型的 *P. cernua* 中有变异的萌发孔类型。K.-L. Huynh (1970) 也提到 *P. occidentalis* 的三沟型中有少量的变异散沟与真散沟型花粉很类似。上述情况表明, 在白头翁属的三沟型中出现散沟型是很普遍的。大量事实证明了三沟花粉可以直接演化为散沟花粉类型。

白头翁属大部分种分布在欧洲, 我国只有 10 种左右, 其中大多数种为三沟型。在这些具典型的三沟花粉中, 经常出现数量不等的 6—15 条散沟型花粉。而且在这些变异的类型中多数为六散沟型。这些种类显然是三沟型演化为散沟型的过渡种。上述变异类型虽然如此明显, 但在我国白头翁属中却没有散沟类型存在, 那末, 散孔类型又是如何演化来的? 我们认为可能有两个途径: 一个可能由三沟直接演化成散孔, 事实上我们在三沟中有时观察到有类似于散孔的花粉。另一个可能, 也许是由欧洲种或其他属演化来。

*P. sukaczewii* 的散孔型与本属的几个类型似乎没有什么关系, 根据花粉特征分析, 它是由螺旋状萌发孔演化而来。因为: (1) 孔的数目与形状都与 *P. campanella* 等的花粉明显不同。(2) 有时在有些花粉上可以看到较长的沟状萌发孔的某一部位变细, 沟边正在愈合, 这表明孔正在形成。(3) 最重要的一点, 就是在同一个花粉上同时观察到半个花粉具散孔, 半个花粉具螺旋状萌发孔的特征。鉴于这些理由, 我们推测黄花白头翁的散孔是由螺旋状萌发孔演化来的。这个类型与本属其他几个萌发孔类型没有亲缘关系。螺旋状萌发孔在银莲花属<sup>[3]</sup>和毛茛属<sup>[9]</sup>中都存在, 但是否与白头翁属的黄花白头翁有关系, 有待进一步研究。

至于具三沟和二沟的紫萼白头翁, 其花粉体积小, 三沟约占总数的 60%, 二沟约占 40%。这样的二型花粉不但在毛茛科中较少, 就是在被子植物中也比较特殊。它在系统发育上的意义有待进一步研究。

### (三) 表面纹饰:

根据花粉外壁表面小刺的粗细、排列的疏密, 以及小穿孔的分布等可将本属植物分为两个类群, 一群为花粉表面不平, 具波浪状升高。刺较粗, 排列较稀, 基部具垫状隆起。小穿孔集中分布在隆起之间的低凹处, 小刺周围有一块无穿孔区。另一群为外壁表面平。刺较细, 排列较稀, 基部不具垫状隆起。小穿孔均匀分布在花粉表面, 刺周围没有无穿孔区。具前一群花粉特征的植物种类基本上都分布在亚洲。后一群所包括的种类一般分布在欧洲。上述两种类群的特征, 是否与植物的地理分布有关系, 还有待于观察更多的标本。

### (四) 外壁的内部结构:

我们用透射电镜观察了具三沟的 *P. chinensis* 和具散孔的 *P. campanella* 两种花粉外壁的内部结构。两种类型的超微结构基本上相同, 都具备被子植物花粉外壁完整的外壁层次, 即由薄的外壁内层和厚的外壁外层所组成。内层在沟和孔下面明显加厚, 在沟间区变薄。J. W. Nowicke 和 J. J. Skvarla (1980)<sup>[8]</sup> 观察了银莲花属具散孔的 *Anemone coronaria* 的外壁超薄切片, 他发现外壁内层在孔下面不加厚, 与孔间区的厚度是相等的。由此说明了白头翁属与银莲花属外壁内层的特征是不同的。



### (五) 白头翁属花粉与银莲花属的比较

白头翁属是从银莲花属中分离出来的,它们的花粉形态十分类似,甚至在光学显微镜下很难区别,这说明了两属之间的关系十分密切。但在扫描电镜下,两个属的区别是清楚的,白头翁属花粉外壁表面小刺的基部具垫状隆起,圆形小穿孔分布有一定的规律性,小刺基部有一块无穿孔区。银莲花属表面的小刺基部不具垫状隆起。小穿孔的形状不一,比较模糊,分布没有规律(根据作者未发表的资料)。

### (六) 本属花粉形态与植物分类的关系

《中国植物志》第二十八卷<sup>[1]</sup>对我国白头翁属的分类安排,与本文所观察的资料基本上是一致的。植物志根据紫蕊白头翁无退化雄蕊而单独成立一个亚属,即紫蕊白头翁亚属。有退化雄蕊为另一亚属,即白头翁亚属。前一亚属表现在花粉形态上也是特殊的,具二型花粉(三沟和二沟)。后一亚属包括9个种,两个花粉类型。按植物志的排列顺序,从白头翁到蒙古白头翁之间的全部花粉均具三沟。从钟萼白头翁开始,到西南白头翁止,基本上具散孔。这个资料说明花粉形态与本属的植物分类基本上是一致的。但是钟萼白头翁和黄花白头翁两个种的花粉均为散孔类型,然而在这两种之间的细叶白头翁花粉确是三沟类型。因此根据花粉形态资料,笔者认为将细叶白头翁移到钟萼白头翁前面的位置比较合适。

## 参 考 文 献

- [1] 中国科学院中国植物志编委会, 1980: 中国植物志, 第二十八卷, 科学出版社, 1—27 页。
- [2] 中国科学院植物研究所形态室孢粉组, 1960: 中国植物花粉形态, 科学出版社, 203—210 页。
- [3] 席以珍、张金谈, 1964: 银莲花属花粉形态的研究, 植物学报 12 (1): 19—29 页。
- [4] 席以珍, 1973: 唐松草属花粉形态的研究, 植物学报 15 (2): 155—159 页。
- [5] Huynh, K.-L., 1970b: Le pollen et la systematique du genre Pulsatilla. Bot. Jb. 89: 584—607.
- [6] Ikuse M., 1956: Pollen grains of Japan. Hirokawa publ. Co. Tokyo.
- [7] Kumazawa, M., 1936: Pollen grains morphology in Ranunculaceae, Lardizabalaceae and Berberidaceae. Jap. J. Bot. 8(1): 19—47.
- [8] Nowicke, J. W. and Skvarla, J. J., 1980: Pollen morphology: the potential influence in higher order systematics. Ann. Missouri Bot. Gard. 66: 633—700.
- [9] Thawatchai Santisuk, 1979: A palynological study of the tribe Ranunculeae (Ranunculaceae). Opera Botanica 48: 1—74.
- [10] Vishnu-Mittre and Sharma, B. D., 1963: Studies of Indian Pollen grains 2. Ranunculaceae. Pollen et Spores, 5(2): 285—296.
- [11] Wodehouse, R. P., 1936: Pollen grains in the identification and Classification of plants. Bulletin of the Torrey Bot. Club, 63(9): 495—514.

## STUDIES ON POLLEN MORPHOLOGY OF PULSATILLA MILL.

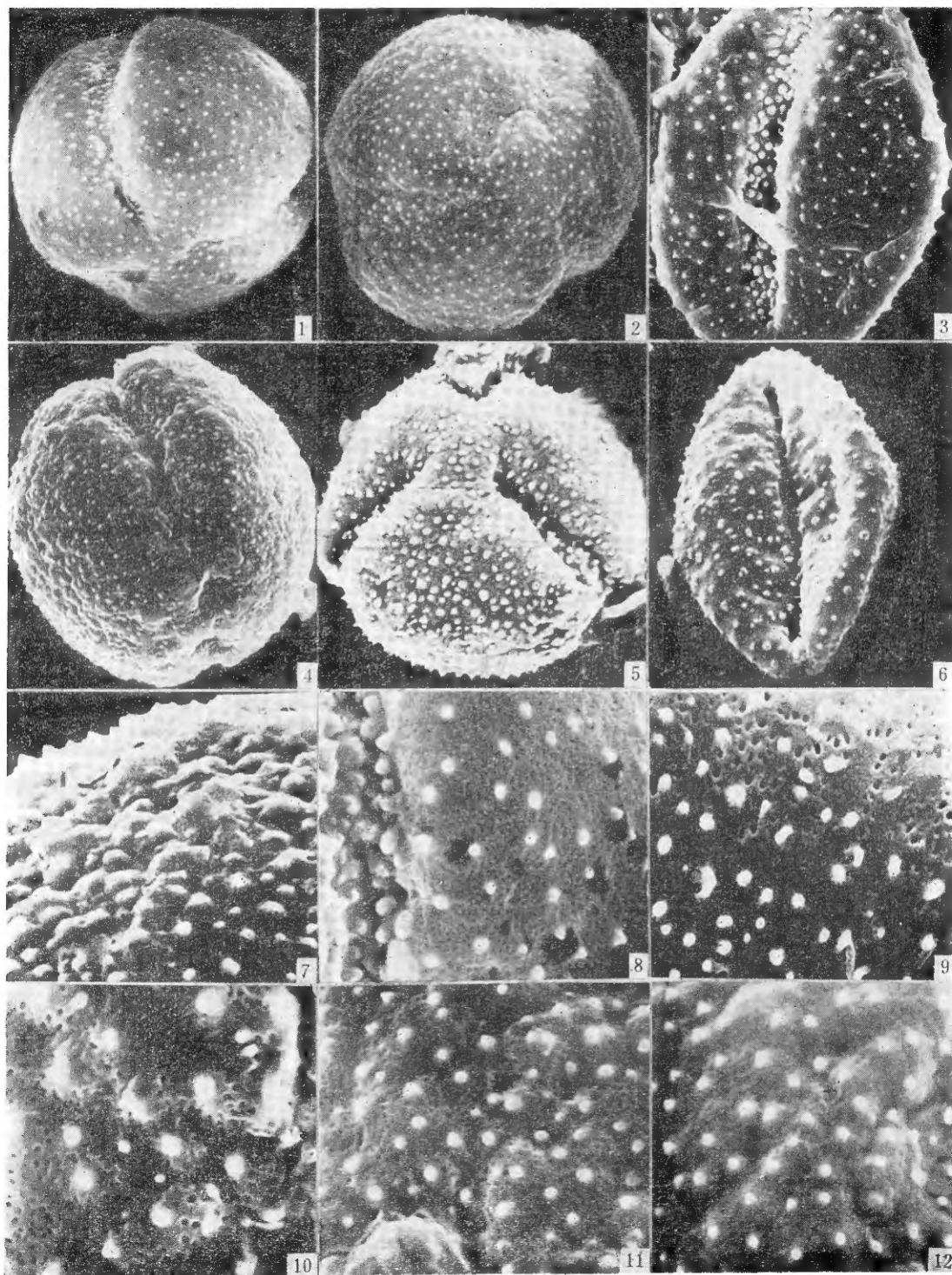
XI YI-ZHEN

(Institute of Botany, Academia Sinica, Beijing)

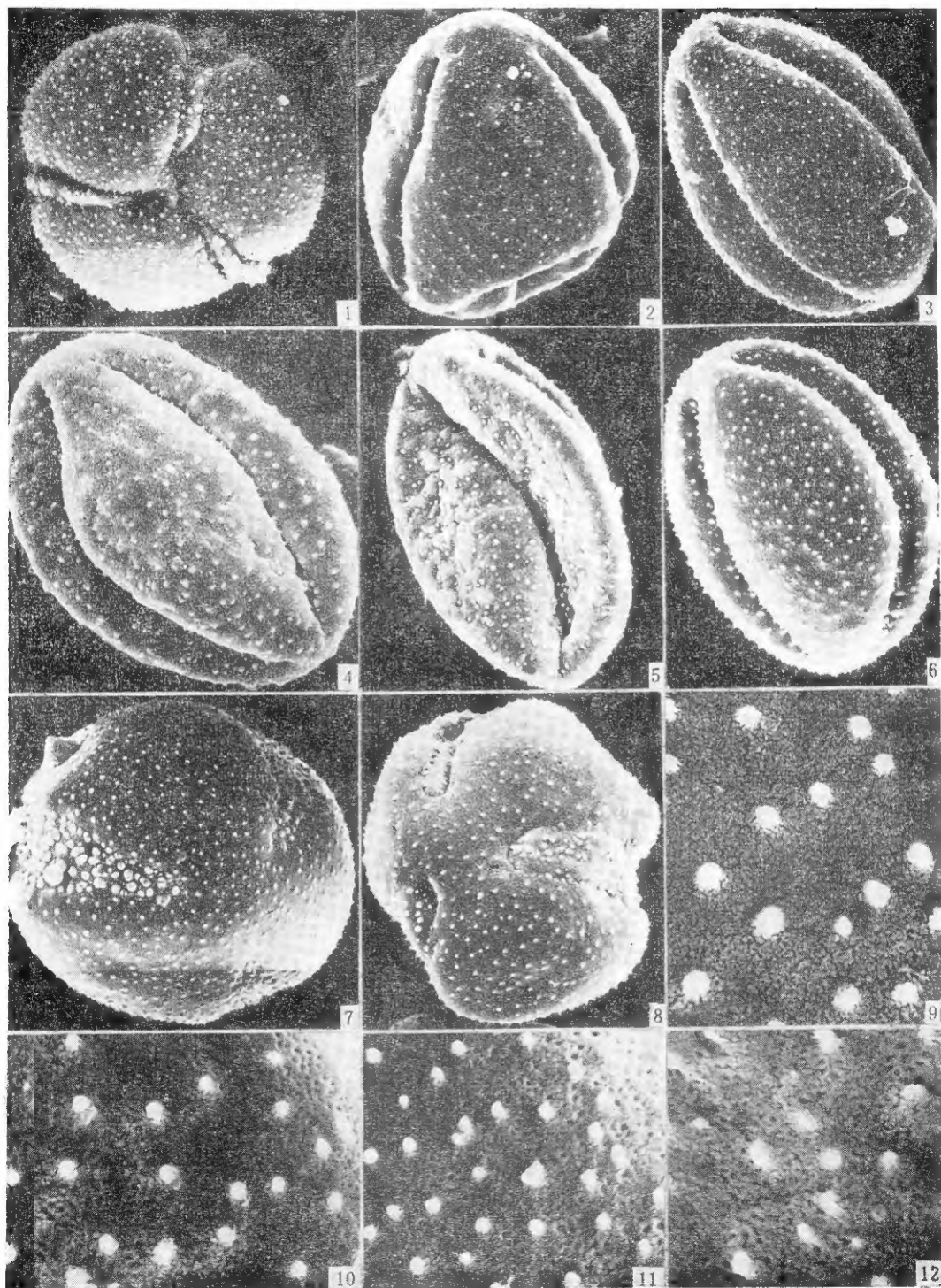
**Abstract** Pollen grains of 18 species of *Pulsatilla* in Ranunculaceae distributed in Asia and Europe were examined by LM and SEM, and exine ultrastructure of tricolpate pollen grains of *P. chinensis* and of pantoporate pollen grains of *P. campanella* was examined by TEM. *Pulsatilla* pollen is divided into four major types based on the aperture character, i.e. tricolpate, di- and tricolpate, pantocolpate and pantoporate. The revolutionary trend of pollen types is as follows: tricolpate → pantocolpate → pantoporate. Surface spinulate and perforate. According to density and size of spinulae and distribution of perforation, the pollen grains of the genus can be divided into two groups. Thin sections of *P. chinensis* and *P. campanella* show endexine thickened at colpi and ora. Ektexine consists of a foot layer, a collumellae layer and a continuous, perforate tectum. The columellae layer is thicker than foot layer and tectum. Pollen morphology of *Pulsatilla* is similar to that of *Anemone*, but different in the distribution of spinules and perforation. Pollen information supports Wang's view about systematic arrangement of species of *Pulsatilla* in China.

**Key words** *Pulsatilla*, Pollen morphology

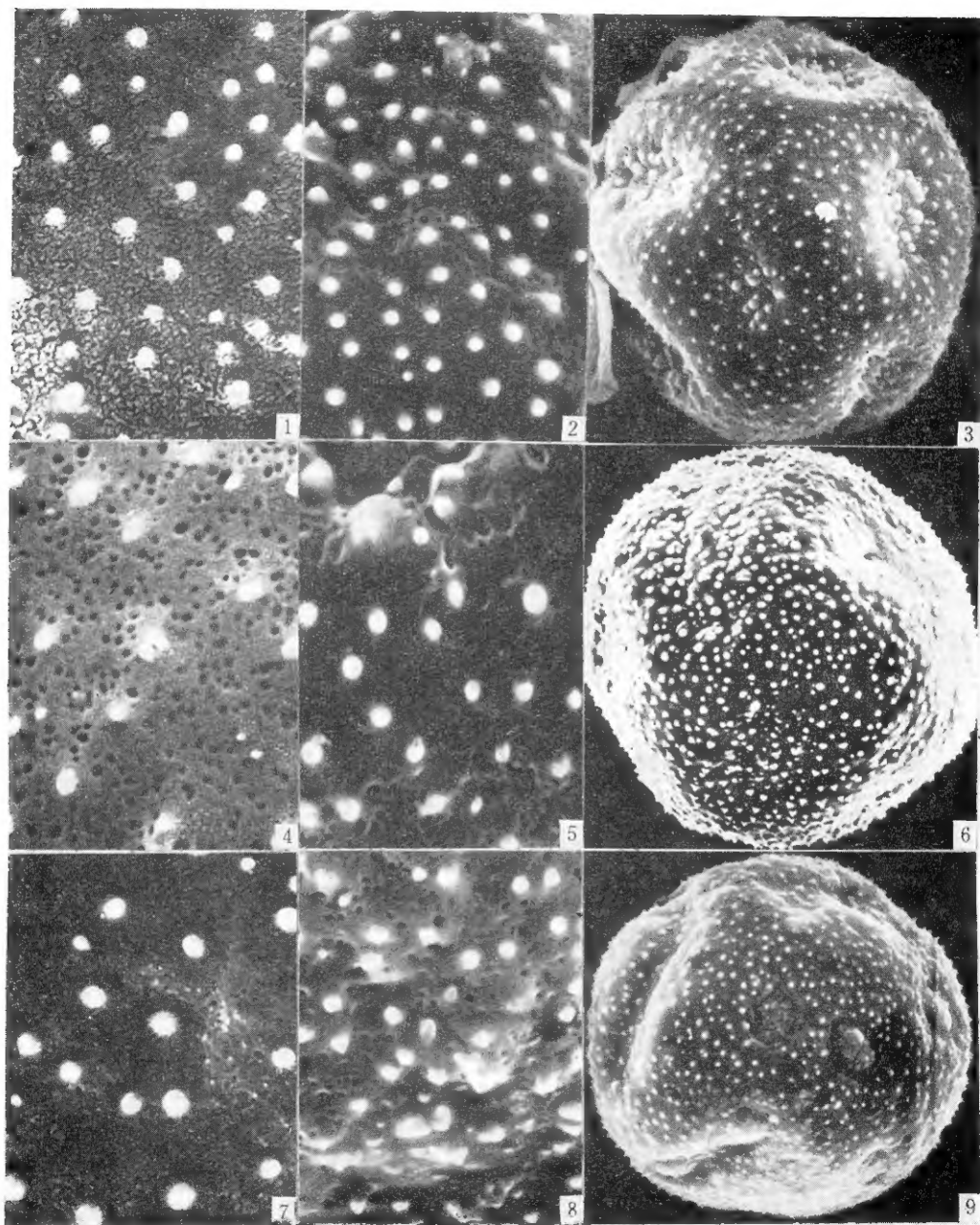




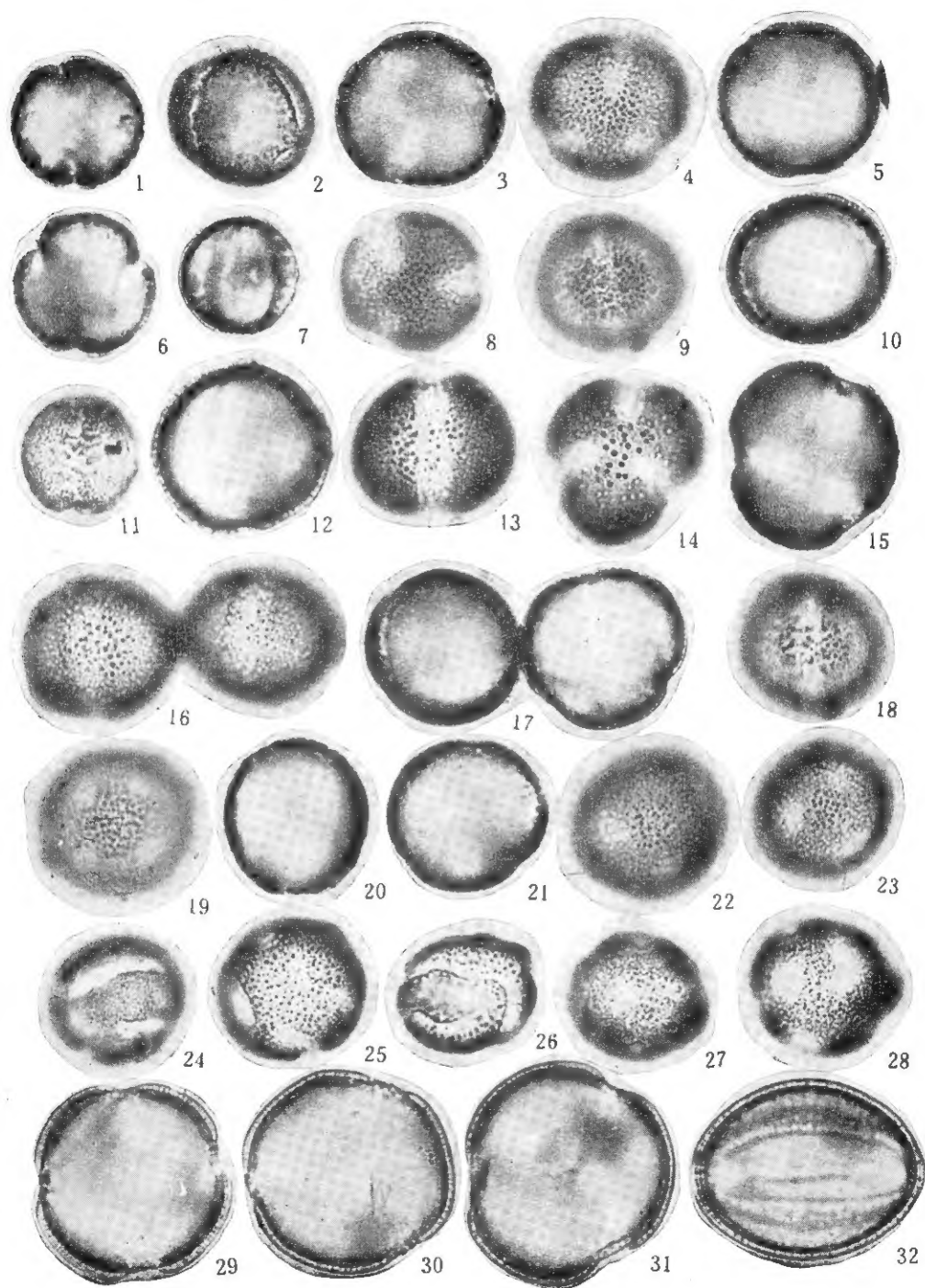
1, 8. *Pulsatilla ambigua* 1.  $\times 1900$ , 8.  $\times 6700$ ; 2, 12. *P. cernua* 2.  $\times 1900$ , 12.  $\times 6700$ ; 3, 10. *P. turexaninovii* 3.  $\times 2000$ , 10.  $\times 6700$ ; 4, 7. *P. kostyczewii* 4.  $\times 2000$ , 7.  $\times 6700$ ; 5, 11. *P. dahurica* 5.  $\times 2300$ , 11.  $\times 6700$ ; 6, 9. *P. chinensis* 6.  $\times 1800$ , 9.  $\times 6700$ .



1. *Pulsatilla grandis* ×1700; 2. *P. patens* ×1500; 3, 11. *P. montana* 3. ×1700 11. ×6700;  
4, 12. *P. latifolia* 4. ×1700 12. ×6700; 5. *P. vernalis* ×1700; 6, 10. *P. vulgaris* 6. ×1700  
10. ×6700; 7, 9. *P. flavescens* 7. ×1300 8. ×6700; 8. *P. nigricans* 8. ×1700.

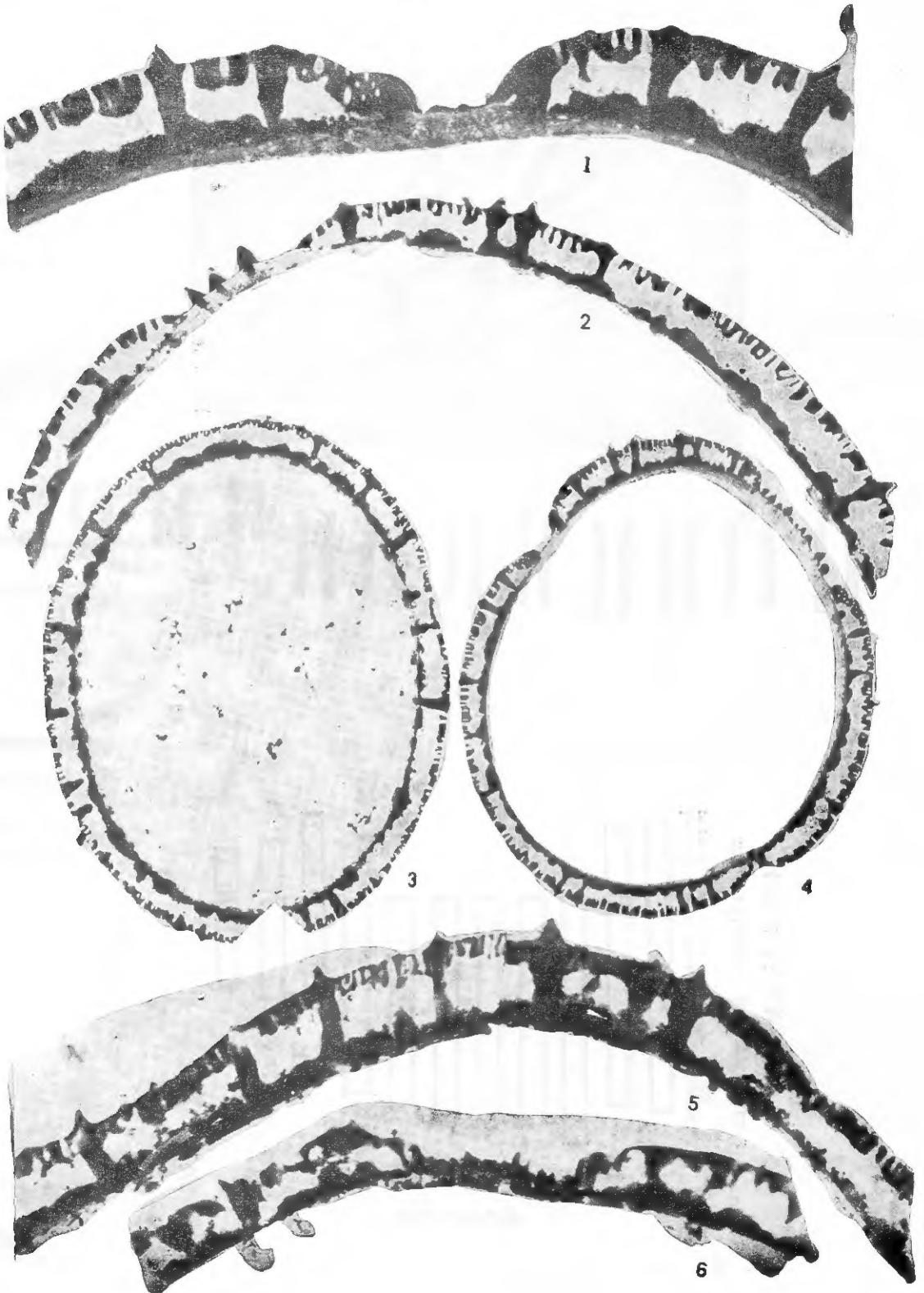


1. *Pulsatilla nigricans*  $\times 6700$ ; 2, 3. *P. millefolium* 2.  $\times 6700$ , 3.  $\times 2000$ ; 4. *P. patens*  $\times 6700$ ; 5, 6. *P. campanella* 5.  $\times 6700$ , 6.  $\times 2000$ ; 7. *P. grandis*  $\times 6700$ ; 8, 9. *P. sukczewii* 8.  $\times 6700$ , 9. 2000.



1, 6, 7, 11. *Pulsatilla kostyczewii*; 2-5. *P. dahurica*; 8-10. *P. ambigua*; 12-15. *P. turczaninovii*; 16-18. *P. cernua*; 19, 20. *P. millefolium*; 21-23. *P. campanella*; 24-28. *P. sukaczewii*; 29, 30. *P. chinensis*; 31, 32. *P. patens* var. *multifida* 1-32.  $\times 900$ .





1—4. *Pulsatilla chinensis* 1.  $\times 8000$ , 2.  $\times 5000$ , 3, 4.  $\times 2000$ ; 5, 6. *P. campanella* 5, 6.  $\times 7000$ .